

# CDMA/QPSK 시스템에서의 워터마킹된 영상전송에 대한 성능 평가

조송백\* 강희조\* 이말레\*\*

\* 목원대학교 IT공학부

\*\* 전북대학교대학교 전자정보공학부 컴퓨터공학전공

## Performance Analysis of CDMA/QPSK System for Watermarked Image Transmission

Song-Back Jo\* Heau-Jo Kang\* Mal-Rey Lee

\* Dept. of IT Eng., Mokwon Univ.

\*\* School of Electronics & Information Engineering, ChonBuk National Univ.

E-mail : kkang100@hanmail.net

### 요 약

본 논문에서는 CDMA/QPSK 시스템을 이용하여 워터마크가 삽입된 영상 정보 데이터를 다중경로 채널환경에서 전송했을 때 미치는 데이터 손실을 분석하고 에러정정부호 중의 하나인 컨볼루션 기법을 이용하여 성능 개선 정도를 평가하였다. 무선 채널 환경으로써 ITU-R M.1225에서 제시한 시스템 모델링 파라미터중 하나인 보행자 이동 환경의 파라미터를 이용하여 압축된 영상 정보가 전송 되었을 때 복원된 영상을 분석하였다.

### 1. 서 론

최근 인터넷과 네트워크 등을 통한 멀티미디어의 공급이 대량화되면서 다양한 멀티미디어 정보를 쉽게 구하고 제작할 수 있게 되었으며, 무분별한 복제 사용가능으로 인해 디지털 정보를 보호하기 위한 방법들이 필요하게 되었다[1].

디지털 정보 보호에 대한 대안으로 디지털 워터마킹이 대두되고 있다. 다양한 무선 인터넷이나 IMT-2000 이동통신에서도 영상통신을 서비스하게 되어 있어 영상정보에 대한 소유권 보장 등의 정보 보호가 필요하다.

IMT-2000 시스템으로 대변되는 이동 멀티미디어 통신 시스템인 CDMA 시스템은 가입자 용량이 큰 반면에 다중경로 전파에 의한 다중경로 페이딩과 많은 사용자가 동시에 동일 주파수 대역을 사용함으로써 발생하는 다중접속 간섭(MAI)에 의해 시스템의 성능이 크게 열화 된다. 일반적인 이동통신 상태에서 송신기와 수신기 사이는 빌딩이나 방해물에 의해 LOS가 차단된다.

본 논문에서는 영상을 DCT로 변환한 후 원영상에서의 중요도가 낮은 부분에 워터마킹을 삽입

하여 영상 전송을 위한 데이터로 사용하고 CDMA/QPSK 시스템에서 에러정정부호의 하나인 Convolution 기법을 사용하여 전송 효율을 높게 하였다.

또한, 다중경로 페이딩 채널로써 다양한 전송 환경에 따른 성능을 시뮬레이션을 통하여 원 영상과 이동통신에 의해 전송된 영상을 영상에 대한 척도인 PSNR(Peak Signal to Noise Power Ratio)과 실제 전송된 영상을 시각적으로 함으로서 성능을 분석 하였다.

2장에서는 영상압축에 대해서 설명하고, 3장에서는 워터마킹에 대해, 4장에서는 영상전송을 위한 CDMA/QPSK 시스템의 성능을 시뮬레이션을 통해서 분석하였다. 5장에서 결론으로 끝을 맺는다.

### II. 영상압축

영상 데이터 압축 방법으로 예측 부호화, 변환 부호화, 벡터 양자화 방법 등 여러 가지가 있으나 일반적으로 정지영상의 압축에는 손실 압축(lossy compression)의 일종인 JPEG(Joint Picture Expe

rts Group)이나 웨이블릿 변환 등이 적용되고 있다. JPEG은 DFT(Discrete Fourier Transform)을 기반으로 하는 DCT와 허프만 부호화를 사용한다[2]. 본 논문에서도 DCT를 채택하며 블록크기를 8×8 크기의 블록으로 분할하여 영상을 압축하였다.

본 논문에서는 표준영상 'AWCS' (128×128 pixels)을 DCT부호화에 의해 압축을 하고 고주파 성분을 제거하는 방식으로 소스코딩을 하였다. 먼저 원영상 'AWCS' (128×128 pixels)을 8×8 blocks으로 분할한다. 각 블록은 DCT에 의해 변환한 다음, 변환된 DCT 계수들을 양자화 테이블에 의해 나누어 양자화를 시킨다. 양자화된 DCT 계수들의 거의 모든 고주파 요소들은 소실되거나 작은 값이 된다. DCT 계수의 양자화 결과를 저주파 성분으로부터 고주파 성분으로 향하는 지그재그 스캔을 행하면 고역의 0의 성분을 모을 수 있다[3]. 본 논문에서는 고역의 성분을 제거하고 저역의 성분에 8bit의 고정된 bit수를 할당하여 영상 전송을 위한 데이터를 구성하였다.

압축률은 부호화한 후의 데이터 양으로부터 쉽게 구해지지만, 복호 화상의 화질 판정은 쉽지 않다. 최종적으로 사람이 판단해야 하지만, 객관적인 평가척도로서 S/N비가 자주 사용된다. 이것은 일반적인 전송 S/N비와는 다르다. 아래의 식은 PSNR의 정의식으로 분자 단은 8비트/화소인 화상의 경우에 원화상의 최대 전력값 255를 갖는 신호를 나타낸다. 분모 단은 잡음을 표현한 식으로 복호 화상과 원화상의 차이를 이용한다[4].

$$PSNR(a, b) = 10 \log_{10} \left[ \frac{255^2}{\frac{1}{N \times M} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{M-1} [a(x, y) - b(x, y)]^2} \right] \text{ [ dB].}$$

위 식에서 a는 원영상이고, b는 복원된 영상이다. (x, y)는 pixel의 조합을 나타내고 있다. 그림 1은 영상처리에서 압축과 복원에 대한 블록도를 나타낸다.

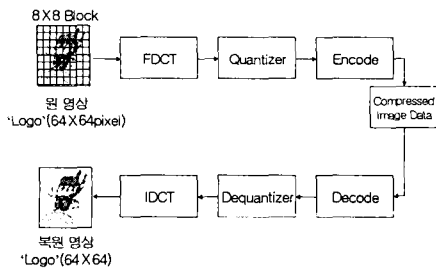


그림 1. 영상처리에서의 압축과 복원의 블록도

### III. 워터마킹

본 논문에서는 워터마크가 삽입될 영상으로 0과 255의 명암도를 가지는 128×128 크기의 그레이스

케일을 사용하였다. 삽입될 워터마크는 32×32 크기의 그레이 스케일의 심볼을 삽입하였다. 이 두 데이터는 동일한 알고리즘을 사용하여 암호화하였다. 워터마크 이미지 심볼의 경우 워터마크 이미지를 랜덤하게 재배열을 하였다. 이렇게 재배치되는 이미지를 이용하여 워터마크 키로도 사용할 수 있다[5].

그림 2는 'awcs 128×128 pixel'의 영상을 압축한 뒤 'wmimg.bmp 32×32 pixel'의 워터마크 이미지를 삽입과 영상을 복원해주는 과정을 보여주고 있다.

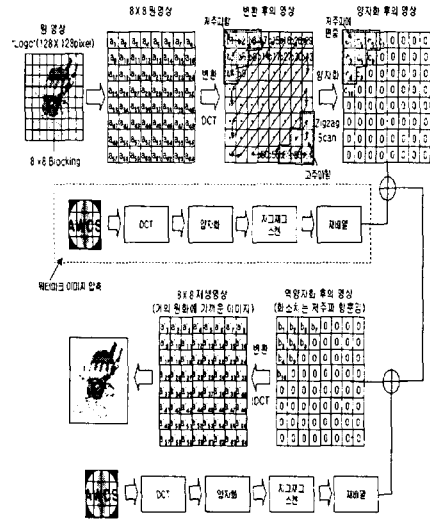


그림 2. 워터마크 삽입 및 원영상 검출 과정

## IV. 워터마킹된 영상 전송을 위한 CDMA/QPSK 시스템

### 3.1 영상전송 CDMA/QPSK 시스템

CDMA 방식에서는 전송될 협대역 신호가 확산 신호에 곱해져 광대역으로 확산된 뒤 안테나를 통해 전송된다. 수신된 신호는 전송단과 수신단 사이의 장애물 등에 의해 서로 다른 경로를 거치게 되며, 각각의 경로 신호는 서로 독립적인 감쇄를 겪게 된다.

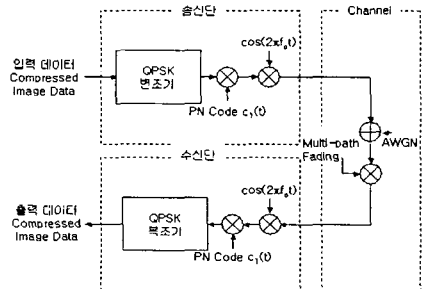


그림 3. CDMA/QPSK 시스템 모델

그림 3은 CDMA/QPSK시스템 블록도를 나타내고 있다.

3.2 다중 경로 채널 모델

ITU-R M.1225[6],[7]에서는 무선 채널 환경에서 이동 통신 시스템의 성능 평가를 위한 모의 실험 파라미터중 보행자 이동환경을 이용하였다. 이 값은 실측 자료를 근거로 다양한 이동통신 환경을 고려한 것으로써 통신 시스템 구축을 위한 모의 실험 파라미터로 사용되고 있다.

표 1에서 제시된 무선 채널 환경은 상대적으로 작은 지연 확산을 가지는 채널이다.

표 1. 보행자 이동 환경 TDL 파라미터(3km/h)

Tap	ITU-R M.1225(Channel A)		Simulation Parameter
	Delay(ns)	Average Power(dB)	Tap Weight
1	0	0	0.8
2	110	-9.7	0.2

다중경로 페이딩 채널은 그림 4와 같은 two ray 모델로 표현될 수 있다. Two ray 모델은 VHF/UHF(Very High Frequency/Ultra High Frequency) 대역의 다중경로 전파 모델로 적당하다고 알려져 있다[8].

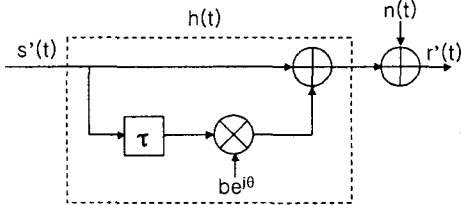


그림 4. Two ray 다중경로 채널 모델

3.3 Convolution Code

컨볼루션 부호는 정보 비트에 패리티(parity) 비트를 추가하고, 이를 이용하여 채널 전송시 발생하는 오류를 정정하는 부호이다. 블록단위로 입력력이 되는 블록부호와는 달리, 컨볼루션 부호는 내부에 지연소자가 있어 전의 입력비트들의 영향을 받아 출력된다. 이러한 생성과정의 차이로 부호의 구조적 성질, 복호방법 그리고 성능해석 과정이 서로 다르다. 하드웨어 구성의 복잡도가 비슷한 경우에는 블록부호보다 컨볼루션 부호의 오류정정능력이 더 우수한 것으로 알려져 있다[9].

컨볼루션 부호는 부호율(code rate)  $r = b/n$ , 구속장  $L$ , 그리고 부호의 구조를 결정하는 생성행렬(generator matrix)  $G = (g_1, g_2, \dots, g_n)$ 에 의해 정의된다. 그림 5는  $r = 1/2$ ,  $L = 3$ 인 이진 컨볼루션 부호기이다.

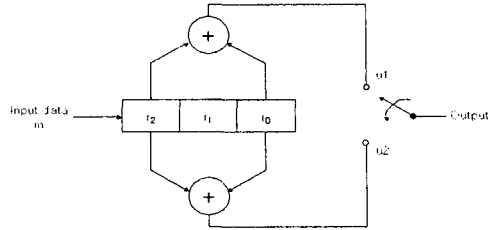
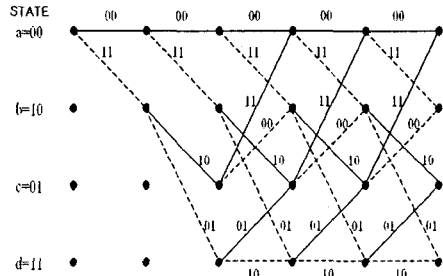


그림 5. 컨볼루션 부호기 (부호율 1/2, 구속장 3)

3.4 비터비(Viterbi) 복호화

최우 복호 방식의 비터비 복호 알고리즘은 수신된 부호 심볼을 격자도상에서 가능한 여러 경로에 대해 확률을 계산하여 가장 큰 확률을 갖는 경로를 선택한 여러 경로에 대해 확률을 계산하여 가장 큰 확률을 갖는 경로를 선택하는 방법이다. 즉, 각 가지에서 계산되는  $d_{free}$ 에 의해 경로에 할당되는 값을 계산하는 방법이다[10].

아래의 그림 6은 부호율  $r = 1/2$ , 구속장  $L = 3$ 인 컨볼루션 부호의 격자도를 나타내는 그림이다.



실선 : 0 Input, 점선 : 1 Input

그림 6. 부호율  $r = 1/2$ , 구속장  $L = 3$ 인 컨볼루션 부호의 격자도

3.5 시뮬레이션 및 검토

표 2. 에러정정기법을 적용한 CDMA/QPSK 영상 전송 성능 결과(SNR=10dB)

(a)	Non-convolution	AWCS128
BER	9.2231e-004	6.5942e-004
PSNR	14.3631	17.0064
Image (Coded)		
Original Image		





(b)	Lena 128×128	Door 128×128
BER	6.6942e-004	6.5952e-004
PSNR	17.0053	17.0063
Image (Coded)		
Original Image		

표 2은 SNR=10dB를 기준으로 워터마킹된 영상을 무선 채널상에 전송했을 때 영상에 미치는 영향을 보여주고 있다 표 2(a)는 Convolution 기법을 사용하지 않는 경우와 사용했을 때의 워터마킹된 영상을 복호화하고, 원영상을 추출했을 때의 PSNR과 실제 영상을 보여주고 있다.

### V. 결론

본 논문은 워터마킹된 영상을 다중경로 채널 환경에서 에러정정기법을 사용한 CDMA/QPSK 시스템의 성능을 평가하였다. 다중경로 채널 모델은 ITU-R에서 제시한 모의 실험 파라미터중 이동차 보행 환경에서의 파라미터를 적용하여 시뮬레이션한 결과를 표 2에서 보여주고 있다. 표 2의 (a)는 컨볼루션 기법을 적용하지 않는 경우와 적용했을 때의 경우를 워터마크가 삽입된 데이터를 이용하여 비교하여 보았다. 그 결과 컨볼루션 기법을 적용한 CDMA/QPSK 시스템의 성능이 더 좋아짐을 알 수가 있었다.

### 참고 문헌

[1] 원치선, "디지털 영상의 저작권 보호," 정보 과학회지 제 15권 제12호, pp. 22-27, 1997. 12.  
 [2] G. K. Wallace "The JPEG Still Picture Compression Standard," IEEE Transaction on consumer Electronics, vol. 38, no.1 pp. 18-34, Feb, 1992.  
 [3] 이상길 역, C언어에 의한 디지털 영상처리, 성안당 1998.  
 [4] King N. Ngan, Chi W. Yap, and Keng T. Tan, Video Coding for Wireless Communication Systems, Marcel Dekker, 2001.

[5] G. S. Gulstad and K. Bruvold, "An adaptive digital image watermarking technique for copyright protection," <http://www.engineering.ucsb.edu/~bruvold/ece178/report/team6report.html#>, 2000  
 [6] Recommendation ITU-M.1225, Guidelines for Evaluation of Radio Transmission Technologies for IMT-2000, 1997.  
 [7] ARIB, Evaluation Methodology for IMT-2000 Radio Transmission Technologies, Sep. 1998.  
 [8] N. A. B. Svensson, "On optimum and suboptimum coherent detection of continuous phase modulation on a two-ray multipath fading channel," IEEE Trans. Commun., vol. 35, pp. 041-1049. Oct. 1987.  
 [9] 디지털 무선통신, "오류정정 부호화 and TCM," 서울대학교 부설 뉴미디어통신공동연구소, 1998. 6.  
 [10] 이문호, 김순영 역, 오류정정이론, 도서출판 영일 2001